

# DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL FRUTO DE GROSELLA (*Phyllanthus acidus* L)

## DETERMINATION OF THE CHEMICAL, PHYSICAL AND ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS OF GOOSEBERRY FRUIT (*Phyllanthus acidus* L)

Alexandra P. Burgos<sup>1</sup>, Gilma A. Padilla<sup>1</sup>, Guillermo Arrázola<sup>1</sup>

Recibido para evaluación: Enero 26 de 2007 - Aceptado para publicación: Abril 30 de 2007

### RESUMEN

La grosella es una fruta muy ácida apta para el procesamiento agroindustrial ya que sus características fisicoquímicas como pH, acidez y sólidos solubles cumplen con las especificaciones industriales para llevar a cabo dichos procesos, actualmente es poca la información científico - técnica sobre sus características. El objetivo de este trabajo fue caracterizar el fruto de la grosella India (*Phyllanthus acidus* L), en seis estados de madurez. Se tomaron muestra aleatoriamente y por triplicado; determinando las características fisicoquímicas y organolépticas para establecer las perspectivas de agroindustrialización y relacionar la afinidad de estas variables con los valores establecidos por las normas de Incontec para la elaboración y obtención de productos alimenticios, presentando valores de acidez entre 2.127 y 2.531, valores de pH entre 2.959 y 3.276, y valores de SST (°Brix) entre 5.915 y 7.44. La escala hedónica utilizada para determinar el grado de aceptación de la grosella, las características que obtuvieron mayor número de respuestas coincidentes fueron: para el sabor, la fruta gusta moderadamente con un 97% en el estado 3 y la fruta disgusta extremadamente con un 99% en el estado 6. Para el aroma, la fruta gusta mucho con un 88%, gusta moderadamente con un 81% y gusta ligeramente con un 80%, encontrándose alternativas para la obtención de néctares y mermeladas, además de pulpa y dulces.

**Palabras clave:** Promisorios, frutas, agroindustrialización, escala hedónica.

---

<sup>1</sup>Universidad de Córdoba, Departamento de Ingeniería de Alimentos, Km 12 vía Cereté – Ciénaga de Oro, Tel (4) 894 0508, Fax: (4) 786 0255. Email: [garrazola@sinu.unicordoba.edu.co](mailto:garrazola@sinu.unicordoba.edu.co)

## ABSTRACT

Gooseberry (*Phyllanthus ácidus*) is a sour fruit, suitable for processing due to its physical-chemical characteristics such as pH, acidity and total solids. Information about gooseberry is scarce and with the purpose to improve this item, the present work was done aimed to characterize gooseberry fruit at six maturation stages (E1, E2, E3, E4, E5 and E6). Samples were randomly taken, and physical, chemical and organoleptic characteristics determined in order to establish the processing possibilities. Acidity ranged between 2.127 and 2.531, pH values were 2.959 to 3.276, °Brix between 5.915 and 7.44. Based on a hedonic it was found that fruit flavor is preferred in state E3 (97%) but dislikes in E6 (99%), aroma was preferred (88%, it likes moderately with 81% and it likes lightly with 80%). The results show the gooseberry is an alternative to produce nectars and marmalades, pulp and candies.

**Key words:** Promissory, fruits, agroindustrialization, hedonic scale.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente existe en la región del departamento de Córdoba una gran variedad de frutos tropicales que son producidos y comercializados en plazas de mercados y supermercados locales, debido al desconocimiento técnico- científico que los productores y transformadores de alimentos tienen con respecto a las propiedades de muchos de estos, lo que limita la búsqueda de nuevas alternativas de agroindustrialización; es así como estas frutas son utilizadas desde épocas ancestrales sólo con el conocimiento empírico de las comunidades en diversos usos (Planella, 1987). Un caso muy particular ocurre con la grosella (*Phyllanthus ácidus* L.), una fruta de la cual se ha publicado muy poca información desde el punto de vista fisicoquímico, organoléptico y nutricional, presentándose cierto grado de ambigüedad en cuanto a los datos bibliográficos de ácido ascórbico contenido en la fruta, generando así, poca confiabilidad de los mismos. Teniendo en cuenta lo anterior esta investigación, tiene como objetivo caracterizar fisicoquímica y organolépticamente los frutos de la grosella en seis estados de madurez y para lograrlo se medirán las diferentes características químicas del fruto como pH, acidez, sólidos

solubles, índice de madurez; características organolépticas como color, sabor y aroma; características físicas como textura y tamaño y peso y por último la determinación del ácido ascórbico y carbohidratos, (Blanco, 2004; Hernández *et al.*, 2006).

Al obtener y presentar dicha información se buscan nuevas alternativas para el productor y procesador de alimentos por consiguiente poder aumentar la calidad de vida. De igual manera se perfilarán las posibles alternativas para su utilización en la industria transformadora de alimentos y se hará una contribución al desarrollo ambiental, debido a que con su utilización se disminuirán las pérdidas en poscosecha que son las que generan la contaminación del medio ambiente y por consiguiente el aumento de microorganismos e insectos (C.C.I., 2001; Hulma, 1974).

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el laboratorio de Nutrición de la Universidad de Córdoba, sede Berástegui, municipio de Ciénaga de Oro y la determinación de ácido ascórbico y carbohidratos en el laboratorio de Química y de agua de la Universidad de Córdoba, Montería.

### Material vegetal

Las muestras correspondieron a frutos de grosella en diferentes estados de madurez de árboles plantados en la zona comprendida entre las ciudades de Montería, Ciénaga de Oro y Sahagún. El período de exploración se hizo de acuerdo a la época de cosecha dada en los meses de Febrero, Marzo y Abril del año 2006.

### Recolección y preparación de la materia prima

**Recolección y agrupación:** Se recolectaron frutos en diferentes estados de madurez existente en la zona, se tomaron muestras de los árboles y una vez realizada la recolección de la fruta obtenida se mezclaron y se procedió a seleccionar la fruta de acuerdo al estado de madurez (E1, E2, E3, E4 E5 Y E6) correspondientes a verde oscuro, verde pálido, una banda amarilla, dos bandas amarillas, mitad del fruto amarillo y completamente amarillo, respectivamente. Para esto se tuvo la precaución de ir tomando muestras de igual cantidad para los 6 estados de madurez, de tal manera que se obtuvo 120 grosellas para cada estado.

**Limpieza.** Se utilizó agua con una cantidad de hipoclorito de sodio con el fin de eliminar una cubierta transparente en la corteza del fruto.

**Extracción del jugo:** El jugo del fruto de la grosella se extrajo por medio de una maceración manual, utilizando un mortero de porcelana, luego se procedió a eliminar la parte sólida con un cernidor de lona y finalmente envasar el jugo en beakers de 500 ml para protegerlos del medio.

### Determinación de las propiedades químicas

**Acidez:** Se realizó según el método 942.05/90 de la A.O.A.C. por titulación. El resultado se expresa como porcentaje de ácido cítrico.

**pH:** Según el método 981.12/90 de la A.O.A.C usando un potenciómetro Hitachi Mod. 32FH – 2004.

**Sólidos solubles (°Brix):** Según el método 932.12/90 de la A.O.A.C, utilizando el refractómetro Bertucci modelo A36P con corrección de temperatura y corrección por acidez (ICONTEC, 1996) por medio de la ecuación:

S.S.T corregidos =  $0.194 * A + S.S.T$ ;  
Donde A = % de ácido cítrico,  
S.S.T = Sólidos solubles totales

**Textura:** Se tomaron las muestras y se midió firmeza, mediante penetrometría (Diámetro de embolo 8 mm), se midió resistencia a la penetración en Kg f cm<sup>-2</sup>.

**Tamaño y peso:** Se midió utilizando de un calibrador de Vernier (cm) tomando como referencia dos medidas, una horizontal y una vertical, de igual manera se le registró el peso de cada muestra en g.

**Color:** Se realizó mediante un seguimiento del desarrollo de la fruta, obteniendo así la respectiva carta de colores (Anzaldúa, 1998).

**Sabor y aroma:** El sabor y el aroma se evaluaron mediante 100 catadores no entrenados en los cuales se utilizó una escala hedónica de 9 puntos que relaciona el grado de aceptación de la fruta.

**Acido ascórbico.** Según el método colorimétrico de la 2 – Nitroanilina, estandarizado en el Departamento de Química de la Universidad de Córdoba. Utilizando el espectrofotómetro Telstar modelo 2005 serie AMP26. El resultado se expresa en mg de ácido ascórbico 100 g<sup>-1</sup> de muestra, para efectos de cálculo se realizó una curva estándar obtenida de datos experimentales a los cuales se aplicó un modelo de regresión lineal, usando el software estadístico Statgraphic plus versión 5.0.

**Carbohidratos:** Se aplicó el método Fenol/ácido sulfúrico para cuantificar la concentración de disacáridos en muestras acuosas (Zeppa *et al.*, 2001). El resultado se relaciona en ppm y mg de azúcares 100cm<sup>-3</sup>. Se utilizó la ecuación que mejor se ajustó al modelo de regresión aplicado al estado de madurez, los datos se analizaron con el software estadístico Statgraphics plus versión 5.0.

Los tratamientos fueron distribuidos utilizando un diseño completamente al azar con tres repeticiones para la caracterización fisicoquímica de la grosella con 6 tratamientos que consisten en los diferentes estados de madurez del fruto (E1, E2, E3, E4, E5 y E6). La variable independiente está dada por los estados de madurez del fruto y las variables dependientes la constituyen las características organolépticas como sabor y aroma, las características como acidez, pH, °Brix, índice de madurez, contenido de ácido ascórbico y carbohidratos (Camacho, 2004). Los datos fueron analizados con un

análisis de varianza y se realizó una prueba de comparación de medias (Test de Tukey) a un nivel de confianza de 95% para obtener el efecto de factor usando el software estadístico Statgraphics Plus versión 5.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características físicas

Las propiedades físicas se detallan en la tabla 1, en ella se muestra el comportamiento de variables como: peso, tamaño horizontal, tamaño vertical y textura. Los frutos de la grosella presentaron una variación de peso entre (2.2 y 4.8 gr), los valores varían en el mismo rango por lo cual se clasifica como un fruto redondo, esta clasificación se realiza mediante comparaciones geométricas que permiten determinar las formas de los productos vegetales, asimilando las figuras a las formas de las frutas, redondas, cilíndricas, alargadas, (Camacho 2004).

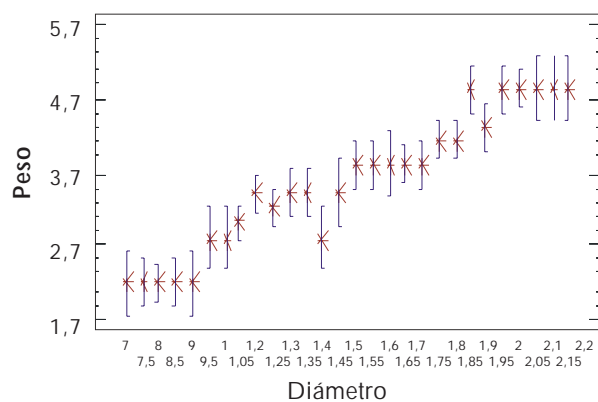
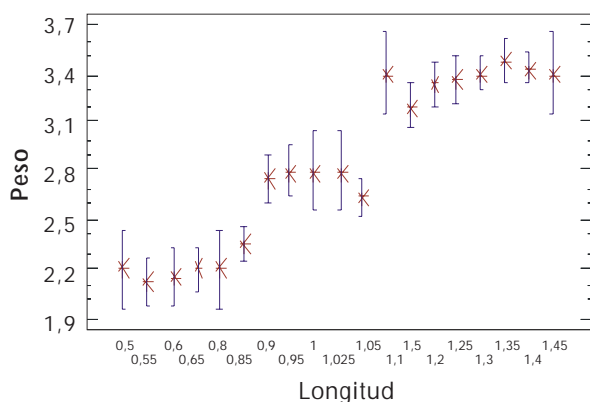
**Tabla 1.** Características físicas del fruto de grosella de acuerdo al estado de madurez

Propiedades	Estado de madurez					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Textura (Kgf cm <sup>-2</sup> )	1.319	1.243	1.264	1.136	1.058	0.808
Tamaño Vertical (cm)	0.800	1.127	1.333	1.756	1.761	2.044
Tamaño Horizontal (cm)	0.589	0.908	0.997	1.261	1.286	1.344
Peso (g)	2.100	2.500	2.800	3.400	3.800	4.800

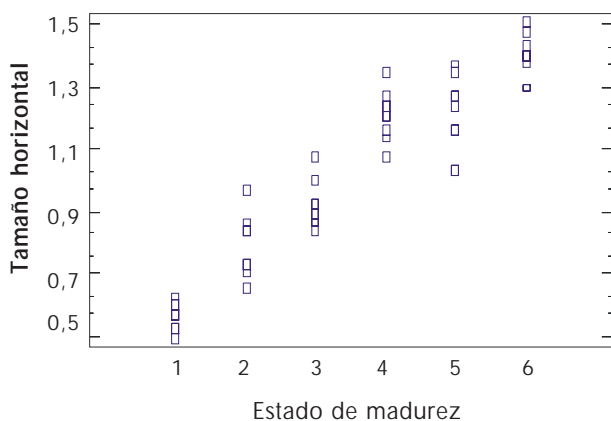
Al relacionar los diámetros con el peso, se observó que existe una relación directa entre estas variables, es así como al ir aumentando el diámetro y la longitud del fruto también lo hace el peso de la fruta, como se muestra en la figura 1. La dispersión de los datos de la longitud indica que esta medida presenta más variación, las variables tamaño horizontal y vertical con respecto al estado de madurez. En la figura

2 se puede observar que la variable tamaño horizontal presenta una relación directa con relación al estado de madurez, presentándose valores de tamaño horizontal de 0.589 mm en el estado de madurez E1 hasta 1.344 mm en el estado de madurez E6.

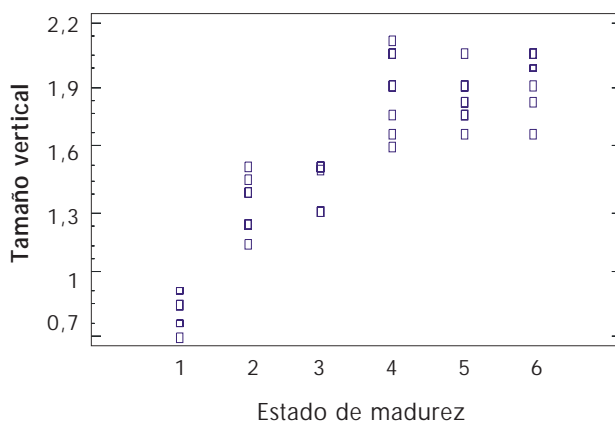
En la figura 3 se puede observar que la variable tamaño vertical también presenta una relación directa en relación a los



**Figura 1.** Comportamiento de las medidas de longitud y diámetro respecto al peso ( $\text{g cm}^{-1}$ ) del fruto de grosella.



**Figura 2.** Relación del tamaño horizontal del fruto de grosella de acuerdo al estado de madurez ( $\text{gcm}^{-1}$ ).



**Figura 3.** Relación del tamaño vertical en el fruto de grosella de acuerdo al estado de madurez.

estados de madurez, con valores de 0.800 mm en el estado de madurez E1 hasta valores de 2.044 mm en el estado de madurez E6.

Al realizar el análisis estadístico descriptivo, con la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 95% y varianza de los resultados obtenidos y con el valor de medias se nota que hay diferencias significativas entre los estados de madurez ( $Pr < 0.05$ ) y un indicando que cada una de

las variables tiene un comportamiento diferente con respecto al tamaño horizontal. La evaluación del LSM (least square mean) mostró los límites superior e inferior que presentó cada estado de madurez para encontrar el mayor tamaño en la fruta, la probabilidad más alta la presentó el estado de madurez E6 con un límite superior igual a 1.368 y un límite inferior igual a 1.287; el test de rangos múltiples mostró los contrastes entre los distintos estados de madurez, de los cuáles todos presentaron

diferencias estadísticamente significantes a excepción del contraste 4 - 5 con un valor media para el estado de madurez E4 igual a 1.261 y un valor de media para el estado E5 igual a 1.300. El contraste 4-6 con un valor de media para el estado E4 de 1.261 y un valor de media para el estado E6 igual a 1.327.

En la tabla 2 se muestra el valor promedio de la textura por estado de madurez, y en la cual se puede observar valores mínimos promedios y valores máximos promedios de la textura para cada estado de madurez, así por ejemplo se encuentra un valor mínimo de 1.3kgf cm<sup>-2</sup> y un valor máximo de la textura de 1.375 kg f cm<sup>-2</sup> para el estado de madurez E1 y un valor mínimo de 0.745 kg f cm<sup>-2</sup> y un valor máximo de 0.95 kg f cm<sup>-2</sup> para el estado de madurez E6.

Fenema (2003) describe que a medida que el grado de madurez aumenta, disminuye la resistencia de la fruta a la compresión, debido a que durante el proceso de maduración los compuestos como celulosa, pectina y almidones van presentando cambios por reacciones bioenzimáticas, desdoblándose hasta azúcar y compuestos de reserva con lo cual la textura de la cáscara va tornándose más blanda; lo que concuerda con los resultados obtenidos en el estudio presentándose un valor de

1.375kgf cm<sup>-2</sup> en el primer estado de madurez (E1) y un valor de 0.95 kgf cm<sup>-2</sup> en el último estado de madurez (E6), además hay que tener en cuenta la producción de etileno en el proceso de maduración que influye en color, aroma y textura (Rodrigo y Zacarías, 2007).

Las propiedades fisicoquímicas de promedio del índice de madurez y de otras variables como altura, diámetro del fruto, color, tamaño, pH, acidez, °Brix se detallan en la tabla 3. A medida que el índice de madurez aumenta también lo hacen las variables físicas, con esto se podría afirmar que el estado de madurez se puede estimar haciendo uso de las variables mucho más fáciles de medir como la altura, el diámetro y el peso del fruto. La grosella, durante el proceso de maduración muestra un aumento de acidez, desde el estado de madurez E1 hasta E3, a partir de este punto el contenido de acidez comienza a disminuir como consecuencia de la pérdida sustancial de ácidos indicada por la acidez titulable, debido a la formación de más azúcares durante el proceso de maduración, en consecuencia a partir de este punto (E3), la acidez y el color presentan una relación inversa, lo que se justifica por la utilización de ácidos orgánicos durante la respiración o su conversión en azúcares (Tsouvaltzis *et al.*, 2007).

**Tabla 2.** Valores promedios de la textura del fruto de grosella en los diferentes estados de madurez.

Estado de madurez	Textura (kg f cm <sup>-2</sup> )	
	Valor mínimo	Valor máximo
E1	1.300	1.375
E2	1.200	1.300
E3	1.100	1.300
E4	1.075	1.325
E5	1.050	1.100
E6	0.745	0.950

**Tabla 3.** Características químicas y físicas del fruto de grosella de acuerdo al estado de madurez.

Características	Estado de madurez					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Acidez (%)	2.127	2.323	2.531	2.389	2.282	2.275
pH	3.276	3.060	2.971	3.048	3.091	2.959
SST (°Brix)	6.126	5.915	6.401	7.096	7.330	7.441
Índice de madurez	2.906	2.541	2.559	2.973	3.213	3.270
Textura	1.319	1.243	1.264	1.136	1.058	0.808
Tamaño Vertical	0.800	1.127	1.333	1.756	1.761	2.044
Tamaño Horizontal	0.589	0.908	0.997	1.261	1.286	1.344
Ácido ascórbico (mg/100g)	52.63	74.56	200.63	200.63	56.02	52.37

Durante la maduración del fruto se observa una disminución en el contenido de Sólidos Solubles Totales (SST), desde E1 hasta E2, a partir de este punto y a medida que avanza el estado de madurez, el fruto comienza a aumentar el contenido de SST de 5.915 que corresponde al estado de madurez E2, hasta alcanzar su máximo valor de 7.441 para el estado de madurez final E6 (Tabla 3), esto se debe a que el almidón presente en los frutos inmaduros se convierte en azúcar al avanzar la madurez, mejorando las características organolépticas; Núñez *et al.* (2002), determina en mango, (*Mangifera indica*) estas mismas características. Con respecto al Índice de Madurez (IM), se aprecia que esta relación presenta inicialmente un descenso desde E1 hasta E2, con valores de 2.906 y 2.541 respectivamente, a partir de este punto se presenta una relación ascendente hasta alcanzar su máximo valor promedio de 3.276 en el estado de madurez E6.

Al realizar un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias a un nivel de significancia del 5% evaluando el factor estado de madurez se encontró que hay diferencias significativas ( $Pr < 0.05$ ) entre los estados de madurez, lo que permite aceptar que cada una de las variables tiene un comportamiento diferente con respecto a

índice de madurez. La evaluación del LSM (least square mean) mostró los límites superior e inferior que presentó cada estado de madurez para encontrar el mayor índice de madurez en la fruta, la probabilidad más alta la presentó el estado de madurez E6 con un límite superior igual a 3.349 y un límite inferior igual a 3.191; el test de rangos múltiples mostró los contrastes entre los distintos estados de madurez, de los cuáles todos presentaron diferencias estadísticamente significantes a excepción de los contraste 1 - 5 con un valor media para el estado de madurez E1 igual a 2.906 y un valor de media para el estado E5 igual a 3.213, el contraste 4 - 5 con un valor de medias para el estado de madurez E4 igual a 2.973 y un valor de medias para el estado de madurez E5 igual a 3.213 y el contraste 5 - 6 con un valor de medias para el estado de madurez E5 igual a 3.213 y un valor de medias para el estado de madurez E6 igual a 3.270.

El pH de la grosella sufre una variación a lo largo del proceso de maduración, presentando un declive desde el estado de madurez E1 hasta el estado de madurez E2, a partir de ese punto empieza a ascender el pH en el estado de madurez E4 hasta el estado de madurez E5 y luego a bajar al estado de madurez E6, presentándose así un



valor para el máximo promedio de 3.275 en el estado E1, hasta un valor mínimo promedio de 2.956 en el estado de madurez E6 (tabla 3). El pH registrado, permite clasificar el fruto de la grosella como un fruto ácido.

Para realizar las pruebas físicas y químicas se elaboró una tabla de color (Anzaldúa 1998), (Figura 4) tomando como base los cambios de color que experimenta el fruto durante la maduración esto se debe a las variaciones en el contenido de clorofila, la cual empieza a degradarse por proceso de oxidación y la acción de las clorofilasas para dar paso a otros compuestos que inducen coloración amarilla (violaxantina), estos pigmentos son solubles en agua y en disolventes orgánicos (Fenema, 1993). Esta escala se define en función del estado de Madurez, inicia con el color 0 estado de madurez E1 y termina en el color que corresponde al fruto sobre maduro E6.

Por lo anterior y según la norma de 285 de ICONTEC las propiedades que deben poseer las frutas para uso industrial en este caso mermelada son las siguientes: pH mínimo 2.8 y máximo 3.8, acidez entre 0.2 y 1.6, SST entre 5 y 30%. Los datos de la figura 5 muestran que según la variable pH, todos los estados de madurez pueden ser óptimos para la obtención de mermelada, aunque hay que destacar que no todos los estados cumplen con las características

organolépticas de sabor y aroma característico de una mermelada, así por ejemplo en el estado E1 es más ácida y no hay un aroma y olor agradable, sin embargo para los estado E5 y E6 además de estar en los rangos permitidos de pH también hay un sabor y aroma agradable y característico de la fruta (Pantástico, 1979).

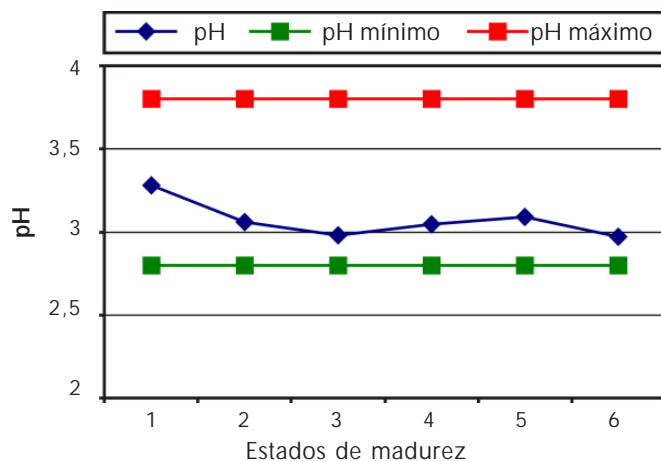
Considerando el contenido de sólidos solubles, se puede detallar en la Figura 6 que todos los estados de madurez se encuentran dentro de los parámetros establecidos para mermeladas en cuanto a los SST, todos presentan valores entre 6.125 y 7.144 °Brix. Se deduce pues y teniendo en cuenta los atributos anteriores el estado de madurez que mejor corresponde al procesamiento de la fruta son los estados de madurez E5 y E6.

El resultado del contenido de sólidos solubles con relación al valor mínimo que se requiere para la elaboración de néctar, nótese que todos los estados de madurez son aptos para la elaboración de néctar (Rojas, 2004). Los néctares pueden ser elaborados con una o más frutas. En el caso en que los néctares sean elaborados con dos o más frutas, el porcentaje de sólidos solubles de las frutas estará determinado por el promedio de sólidos solubles aportados por las frutas que constituyen el néctar (Pineda y Granados, 1992).

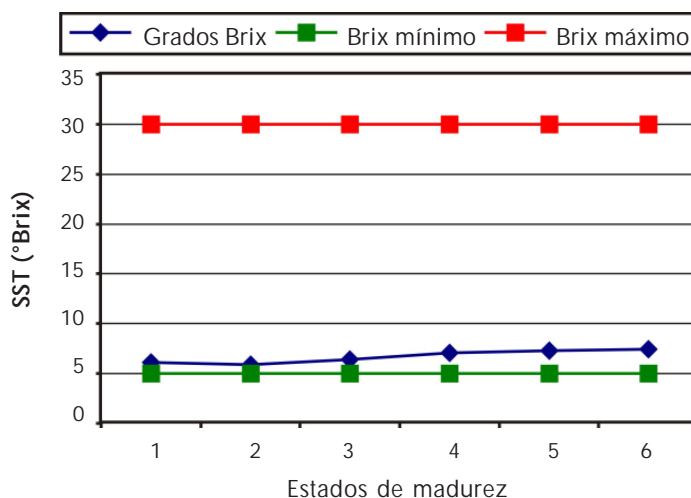


**Figura 4.** Tabla de color del fruto de grosella.





**Figura 5.** Perspectivas de los estados de madurez del fruto de grosella según pH, para la obtención de mermelada.

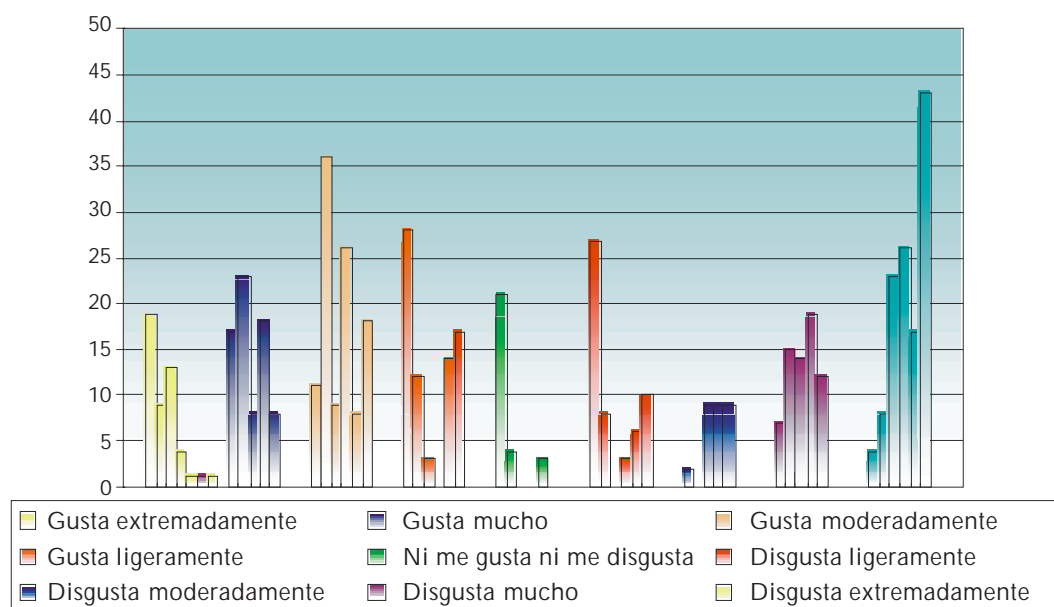


**Figura 6.** Perspectivas de los estados de madurez del fruto de grosella según los sólidos solubles para la elaboración de la mermelada.

Con relación al sabor y aroma, en la figura 7 se puede apreciar que las dos características que obtuvieron mayor número de respuestas coincidentes fueron: la fruta gusta moderadamente con un 97% en el estado de madurez E3 y la fruta disgusta extremadamente con un 99% en el estado de madurez E6. De esta manera se puede afirmar que el estado de madurez con mayor grado de aceptación por los catadores fue el estado de madurez E3, aunque en los

seis estados de madurez la fruta es ácida, existen diferencias de concentración de acidez entre ellas que generan la aceptación por parte del paladar, las características en general deben ser controladas para una vida útil aceptable, (Tsouvaltzi *et al.*, 2007).

En la determinación de carbohidratos, los datos experimentales de azúcares totales y azúcares reductores obtenidos fueron



**Figura 7.** Grado de aceptación del sabor del fruto de grosella

ajustados a un modelo de regresión simple, utilizando la regresión lineal tal como se muestra en la ecuación (1) para azúcares totales y la ecuación (2) para azúcares reductores.

$$Y = 0.0684524 + 0.0298549 * X \quad (1)$$

(Ondarza, 2000)

Con  $r^2 = 0.97$ , donde Y = Absorbancia de la muestra,

X = Concentración de azúcares totales.

Para azúcares reductores se utilizó una regresión lineal como se muestra en la ecuación (2)

$$Y = -0.0334762 + 0.0166762 X \quad (2)$$

Con  $r^2 = 0.96$ , donde Y = Absorbancia y X = Concentración de azúcares reductores.

La tabla 4 muestra los resultados del contenido de azúcares en ppm y mg 100 cm<sup>-1</sup> para cada uno de los estados de madurez teniendo la mayor concentración de azúcares totales en el estado E6 y de

**Tabla 4.** Valores promedios de los azúcares totales y azúcares reductores jugo de grosella.

Estado de madurez	Azúcares totales		Azúcares reductores	
	(ppm)	(mg 100 cm <sup>-3</sup> )	(ppm)	(mg 100 cm <sup>-3</sup> )
E1	1108.5	110.85	1056.5	105.65
E2	835.0	83.50	358.2	35.82
E3	1554.3	155.43	568.2	56.82
E4	2170.5	217.05	652.4	65.24
E5	2437.0	243.70	873.5	87.35
E6	2956.2	295.62	966.5	96.65

azúcares reductores en el estado E1. Al principio de la maduración hay un declive de azúcares reductores desde E1 hasta E2, donde empiezan a aumentar coincidiendo con la hidrólisis del almidón lo que contribuye a aumentar el dulzor típico de las frutas maduras (Frankel *et al.*, 1993) de igual manera sucede con los azúcares totales que después de alcanzar su mínimo valor en el estado E2 comienzan a aumentar mientras que la sacarosa disminuye sensiblemente.

Los datos experimentales obtenidos fueron ajustados a un modelo de regresión simple (Pelletier, 1998), utilizando la regresión lineal tal como se muestra en la ecuación (3).

$$Y = -0.0334762 + 0.016676 X \quad (3)$$

Con  $r^2 = 0.96$ , donde Y = Absorbancia de la muestra,  
X = Concentración de ácido ascórbico en  $\text{mg l}^{-1}$ .

En la tabla 5 se encuentran registrados los valores promedios de la cantidad de ácido ascórbico presente en el fruto de grosella para cada estado de madurez. La literatura expresa que la grosella contiene 200 mg ácido ascórbico  $100 \text{ g}^{-1}$  de muestra (Deutsche, 1988) y según los resultados podemos decir que el grado de madurez donde se encuentra la mayor cantidad de ácido ascórbico en la frutas son los pertenecientes a los grados de madurez E4 y E5.

**Tabla 5.** Valores promedios de la cantidad de ácido ascórbico por estado de madurez en jugo de grosella.

Estados de madurez	Acido ascórbico ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ )
E1	52.63
E2	52.37
E3	98.56
E4	124.23
E5	119.36
E6	74.85

## CONCLUSIONES

- La grosella es una fruta con perspectivas de agroindustrialización, pues se puede obtener con ella productos con valor agregado como: compotas, mermeladas y néctares con los resultados de los parámetros fisicoquímicos obtenidos.
- La grosella es una fruta ácida con pH de 3,2 que puede ser utilizada a nivel industrial, ya que a acidez no está correlacionada directamente con el pH de un producto elaborado industrialmente.
- Los datos confirmaron que la comercialización de la grosella debe realizarse en el estado de madurez fisiológica E4, teniendo en cuenta que la resistencia a la compresión disminuye de manera considerable en frutos maduros.
- Los resultados demostraron que en los primeros estados de madurez el contenido de azúcar tiende a disminuir, luego a partir del estado de madurez E3 y al ir avanzando la maduración, la tendencia es aumentar hasta un promedio de azúcar de 7.441 en el estado de

madurez E6; si en la industria procesadora se quiere obtener un producto con una concentración de azúcar el estado más óptimo es el estado de madurez E6.

- La relación de las variables básicas como tamaño horizontal (diámetro) y tamaño vertical (longitud) es directa, adicionalmente los resultados demostraron que no hay diferencias entre los estados E4 y E6 con valores medios de 1.261cm y 1.327 cm para

el tamaño horizontal, por lo tanto el crecimiento del fruto directamente relacionado con nivel nutricional, tiempo y estados ambientales.

- Según reportes bibliográficos la grosella presenta un contenido de ácido ascórbico de 200 mg/100g de muestra, en esta investigación se encontró un rango menor con un valor igual a 124.23 mg /100g sin embargo cabe destacar que aún así es una principal fuente de esta sustancia.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anzaldúa, A. 1998. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Acribia, Zaragoza España, p123-156
- AOAC (Association of official analytical chemists). 1990 Official methods of analysis, Virginia, p428, 234, 110
- Blanco, D.; Muro, D.; Suárez, B. y Mangas, J. 2004. Detection of apple juice concentrate in the manufacture of natural and sparkling cider by means of HPLC Chemometric sugar analyses. Journal of Agricultural and Food chemistry 52:201-203
- Camacho, G. 2004. Obtención y conservación de pulpas de frutas: Tecnología de obtención de conservas de frutas. Conferencia, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos I.C.T.A, Curso taller, tecnología de vegetales 2002, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, p285-287
- C.C.I. (Corporación Colombiana Internacional). 2001. Acuerdo de competitividad de productos hortofrutícolas promisorios exportables en Colombia, CCI, Bogotá, p215
- C.C.I. (Corporación Colombiana Internacional). 2004. Manual del exportador de frutas, hortalizas y tubérculos. [www.cci.org.co/manual%20del%20exportador/desempenoprod/inc.htm](http://www.cci.org.co/manual%20del%20exportador/desempenoprod/inc.htm), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2004.
- Deutsche, F. 1993. Tabla composición de los alimentos: El pequeño Souci – Fachmann – Kraut, Acribia, Zaragoza, p110-111
- Fenema, O. 1993. La ciencia de los alimentos. Acribia, Zaragoza, p245
- FORO Agrocadenas 2003. Las exportaciones agropecuarias: Presente y futuro. Presentación Power Point. Bogotá.
- Frankel, E.; Kanner, J. y German, J. 1993. Interfacial phenomena in the evaluation of antioxidants: Bulk oil vs emulsions. Food Agriculture chemistry, 39: 201-206
- Hernández, Y.; Lobo, M. y González, M. 2006. Determination of vitamin C in tropical fruits: A comparative evaluation of methods. Food Chemistry 96: 654-664

- Hulma, A. 1974. The biochemistry of fruits and their products. Academic Press, London, p285-287
- ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación). 1996. Productos alimenticios: Frutas, legumbres y hortalizas procesadas. Néctares de frutas. NTC 659 Bogotá, p56
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá, Colombia. Anuario estadístico del sector agropecuario 2001. Bogotá, 2002. p112
- Núñez, A.; Velez, H.; Agüero, J.; Gonzalez, J.; Naddeo, F.; De Simone, F. y Rastrelli, L. 2002. Isolation and quantitative analysis of phenolic antioxidants, free sugar, and polyols from mango (*Mangifera indica*) stem bark aqueous decoction used in Cuba as a nutritional supplement. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50:762-766
- Ondarza, M. 2000. Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa – Rodhe: Determinación cromatográfica de los carbohidratos, Universidad de Tamaulipas. Facultad de Ingeniería Ambiental, p125-128
- Pantastico, E. 1979. Fisiología de la recolección, manejo y utilización de frutales y hortalizas tropicales y subtropicales. Continental, México, p450-451
- Pelletier, O. 1998. Vitamin C in methods of vitamin assay. John Wiley & Son, New York, p98
- Pineda, L. y Granados, B. 1992. Aditivos químicos usados en productos derivados de frutas, Tesis de grado Especialista, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
- Planella, V. 1987. Tecnología del manejo de pos-cosecha de frutas y hortalizas. Serie de Publicaciones Misceláneas de Colombia, Bogotá, 452-458
- Rodrigo, M. y Zacarías L. 2007. Effect of postharvest ethylene treatment on carotenoid accumulation and the expression of carotenoid biosynthetic genes in the flavedo of orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) fruit. Journal of Postharvest Biology and Technology 43:14-22
- Rojas, J. 2004. Caracterización de los productos hortofrutícolas Colombianos y establecimiento de las normas técnicas de calidad. Ministerio de Agricultura, Bogotá, p45-58
- Tsouvaltzi, P.; Gerasopoulos, D. y Siomos, A. 2007. Effects of base removal and heat treatment on visual and nutritional quality of minimally processed leeks. Postharvest Biology and Technology 43:158-164
- Zeppa, G.; Conterno, L. y Gerbi, V. 2001. Determination of organic acids, sugars, diacetyl, and acetoin in cheese by high performance liquid chromatography. Journal Agricultural and Food Chemistry 49:2722-2726.